

<報文>ウラン鉱処理に関する研究(第1報) : 松岩鉱 よりのウラン抽出

著者	須藤 欽吾, 木越 旭一
雑誌名	東北大学選鉱製錬研究所彙報 = Bulletin of the Research Institute of Mineral Dressing and Metallurgy, Tohoku University
巻	14
号	1
ページ	23-30
発行年	1958-07-30
URL	http://hdl.handle.net/10097/32319

ウラン鉱処理に関する研究 (第1報)

松岩鉱よりのウラン抽出

須藤 欽吾* 木越 旭一*

Studies on Treatment of Uranium Ores. (I) Leaching of a Uranium Ore from the Matsuiwa Mines. By Kingo SUDO and Akiichi KIGOSHI.

Studies were made of several processes for extracting uranium with the uraniferous ore from the Ryusei pit, Matsuiwa Mine, Miyagi Prefecture assaying 0.081 per cent U.

Three series of experiments were carried out as follows:

- (1) Pressure oxidation leaching the uranium ore in carbonate solutions containing gaseous oxygen or a chemical oxidizing agent,
- (2) Leaching the roasted ore in sulfuric acid,
- (3) Pressure and atmospheric oxidation leachings of the ore in acids.

The results obtained show that the atmospheric oxidation leaching with dilute sulfuric acid was an attractive method for extraction of uranium from such low grade ore as this. By this method over 96 per cent of uranium, together with some copper, and from 0.3 to 2 per cent of iron were extracted at 60°C for 6 hours.

The same results were obtained with nitric acid and the atmospheric leaching in water with oxygen recovered over 80 per cent of uranium.

(Received May 27 1958)

1. 緒 言

著者等は鉱石からのウラン抽出にはじまる核燃料冶金に関する一連の研究を行いつゝあるが、本報ではその第1報として宮城県気仙沼市松岩鉱山産のウラン鉱に炭酸アルカリ或は酸等を抽出液に用いた各種の抽出法を試み、その結果を比較検討した。その結果、此のウラン鉱は従来の概念に反して極めて有利な処理方法の適用出来る事が明らかになり、又類似の鉱石の処理法に関しても示唆を与え得ると思われるので以下に報告する。

2. 試 料

試料は松岩鉱山隆盛坑内の放射能強度の比較的高い個所から採取したものであつて、これをジョークラッシャーで粗砕し、次にボールミルで1時間粉碎して抽出試料として用いた。第1表はその粒度分布及び組成を示す。顕微鏡下では黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、硫砒鉄鉱、石英、白雲母、電気

第1表 松岩ウラン鉱の分析

粒 度 (mesh)	分布率 (%)	U ₃ O ₈ (%)	Fe (%)	Cu (%)	S (%)	Al ₂ O ₃ (%)	WO ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	AS (%)	SiO ₂ (%)
+65	13.48	0.065	13.17	0.13	4.10	10.75	0.00	0.36	0.27	0.10	66.58
-65+100	22.87	0.080	13.21	0.38	4.11	12.00	0.00	0.32	0.25	0.11	64.94
-100+150	21.00	0.105	15.99	0.94	3.96	18.37	0.10	0.35	0.25	0.09	54.03
-150+200	33.26	0.122	20.15	1.36	3.94	23.80	0.45	0.30	0.22	0.08	42.39
-200+275	7.06	0.067	22.29	2.24	4.02	24.15	0.45	0.28	0.21	0.12	38.19
-275	2.33	0.050	22.77	1.62	4.07	25.56	0.18	0.28	0.21	0.13	36.99
平 均		0.096	16.96	0.95	4.01	18.27	0.21	0.32	0.24	0.10	52.83

石、及び少量の褐鉄鉱、灰重石、黄銅鉱、磁鉄鉱、白鉄鉱、柘榴石、緑簾石等が観察され、ウランは閃ウラン鉱として存在しているものと考えられている。ウランは100乃至200 meshの部分に最も多いが、これと同一の傾向を有する成分は見当らない。

3. 抽出方法の撰択及び実験方法

上述の様に本鉱石には鉄が多く、特にウランの品位に対し此の様に硫黄の多い鉱石を処理した

例はまだ見る事が出来ないようである。鉄と硫黄は主に黄鉄鉱及び磁硫鉄鉱として存在するが、これらはウランの抽出に必要な酸化剤を消費し、又酸による抽出に於ては更に三価の鉄として殆どそのすべてが溶解する。三価の鉄イオンは各種磷酸エステル或はイオン交換樹脂等によるウラン抽出液の浄化に於て特に有害であるので^{1),2)}、抽出に際しては三価の鉄の溶解を極力防止する方法を採る事が望ましく、それには次に述べる三種類の方法が考えられる。

鉄の溶解を抑制してウランを撰択的に抽出する方法として第一に酸素加圧下の炭酸ソーダ溶液による抽出が考えられる。即ち鉍石中に存在する閃ウラン鉍に炭酸ソーダ及び酸素を含む水溶液が作用すると次式に示すように非常に可溶性な $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ のアルカリ金属塩を生ずる。



一方鉄は



の如く酸化剤を消費するが溶液中には入らず、此の際に生ずる HCO_3^- は (1) 或はその他随伴鉱物の反応によつて生ずる OH^- を中和し、 OH^- の蓄積による Na_2UO_4 の再沈澱を防止すると共に、



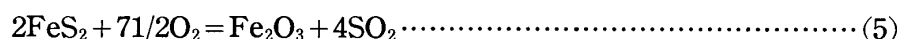
の如くウランの溶解を促進するものと考えられる。

CaO , MgO 等は CO_3^{2-} を消費するが此の場合量的には問題にならず、又 SiO_2 は

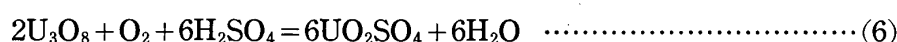


の如く反応し特に高温に於て問題となり、種々の障碍の原因になるものと考えられる。Forward 等³⁾ は S 6.54%, Fe 28.0% のウラン鉍に此の方法を用いて良い成績を得ているが、彼等の場合 U_3O_8 の品位は 4.72% であつて松岩鉍の約 50 倍に相当する。

第二に考えられる方法として、鉍石に空気を送つて酸化焙焼をほどこせば、その中の硫化鉄は



の如く酸化鉄にvari, これは周知の如く稀酸には難溶性であるから焼鉍を酸化剤の存在の下で稀酸で処理すれば



の如くウランが撰択的に抽出されるものと考えられる。併し焙焼に際し U_3O_8 が多量に存在する Fe_2O_3 や SiO_2 と結合して亜鉄酸塩や珪酸塩を生成し、ウランが不溶性になる怖れもある。

第三には酸による撰択的抽出が考えられる。珪酸質のウラン鉍の抽出に硫酸を用いて良い結果が得られた例が多いが、従来随伴する不純物特に鉄、銅等を無差別に溶解するものと云はれて来た。従つて本鉍石程度に鉄を含む場合は、一旦それが溶液に入つた場合は殆ど処理不能であるのでとうてい酸処理の対象にならない様に考えられる。鉍石の抽出反応に於ては幾多の複雑な因子が同時に相関連し、又量的関係も一般に不均衡であり、反応温度も低いので、たとえ鉍石中の各成分の性質が本来のまゝに保持されて存在していても、それらの成分の溶解に於ける熱力学的性質の差異から抽出の撰択性を云々する事は危険ではあるが、後に詳しく述べる様に熱力学的には U_3O_8 は他の随伴成分に比してはるかに溶解し易い傾向を示すものであり、組成はかなり違ふが酸素加圧下の硫酸でウランの撰択的抽出に成功した例もある^{4),5)}。

1) Moore, J. D.: J. Metals, 6 (1957), 757.

2) Ross, A.M.: Mining Eng. 9 (1957), 997.

3) Forward, F.A. and J. Halpern: Can. Mining Met. Bull. 10 (1953), 634.

4) Forward, F.A. and J. Halpern: J. Metals, 3 (1955), 463.

5) Gray, P.M.: Trans. Inst. Mining Met. 65 (1955), 55.

以上の三つの方法の中アルカリ抽出は鉱石の性質上後に述べる様にかなり不利と考えられる点があり、焙焼による方法は硫黄含有量がわずか4%程度の鉱石の焙焼は実際にはかなり困難と考えられ、又最後の酸抽出は各成分がどの程度その本来の性質を保持しているかと云う点が問題であるが、場合によつては加圧抽出の如き煩雑な方法によらず常圧で充分と考えられる場合もある。以上の三つの方法につき実験を行つた結果を以下に述べる。

ウランの分析法はイオン交換樹脂による方法^{6),7)} 及びエーテル抽出法^{8),9)} を適宜併用してウランを分離し、過酸化水素で発色させて比色を行い、抽出率は溶液及び残渣の分析から計算した。その他の元素の分析には一般に行はれている化学分析法を用いた。

4. 実験結果及考察

A) 炭酸ソーダ溶液による抽出

10%の炭酸ソーダを用い液温 60°C, パルプ濃度 25%, 酸化剤として酸素及び塩素酸ソーダを用い、電動攪拌機で激しく攪拌しつゝ6時間抽出した結果を第2表に示す。炭酸ソーダは理論量の1.1倍に相当し、酸化剤として酸素を用いる場合は6時間で理論量の3倍を供給する割合で液中に吹込み、塩素酸ソーダの場合は頭初に理論量の1.1倍を加えた。抽出結果を見るに酸化剤としては酸素の方が優れている。鉄、銅が若干溶解するが抽出率は低く、充分満足すべきものと考えられる。

第2表 常圧下の炭核ソーダによる抽出

酸 化 剤	酸 素	塩 素 酸 ソーダ
	抽 出 率 (%)	抽 出 率 (%)
U	13.78	7.25
Fe	0.036	0.025
Cu	3.18	2.96
S	21.80	8.54
Al ₂ O ₃	0.43	0.45
WO ₃	1.47	2.13
SiO ₂	0.002	0.002

る。硫黄の抽出率がかなり高く、(2) 反応は容易に進行し得るものと考えられ、これによつて相当量の HCO₃⁻ が液中に存在すると考えられるにもかゝらずウランの抽出率は低い。それ故次に内容積5リットルを有する攪拌式オートクレーブ中で高温高圧下の抽出を行つた。液組成等の条件は上と等しく、5気圧の酸素加圧下で種々の温度に於て6時間抽出を行つた。その結果を第3表に示す。ウランをはじめ硫黄、アルミニウム、タングステン等の抽出率は60°Cから温度

第3表 酸素加圧下の炭酸ソーダ溶液による抽出率

抽出温度 (°C)	抽 出 率 (%)						
	U	Fe	Cu	S	Al ₂ O ₃	WO ₃	SiO ₂
60	12.50	0.060	1.43	3.93	0.82	1.87	0.010
100	14.15	0.071	2.59	9.49	1.18	11.01	0.046
140	17.82	0.061	2.14	9.56	1.24	15.39	0.073
160	17.33	0.061	2.15	5.51	0.82	11.81	0.454

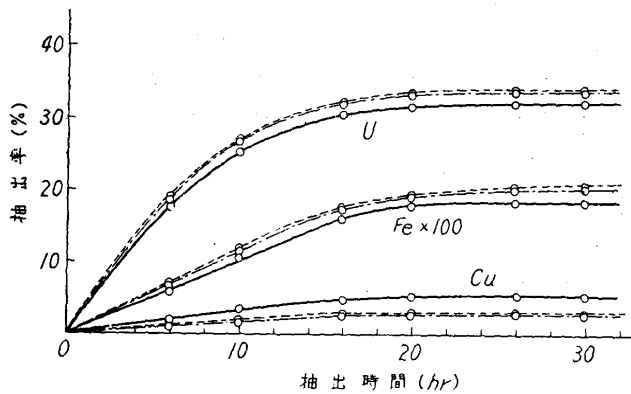
が高くなるにつれて増加し140°Cで最高となり160°Cではいずれも減少する。ウランの抽出率の温度による変化は、温度による液中への酸素の溶解度と化学反応速度の変化との相互の影響によるものであつて140°Cが最も適当と考えられる。それ故次に140°Cに於て抽出を更に長時間継続してみた。その途中で数回試料を採取して得た結果を第1図に示す。ウランの抽出率は約

6) Fisher, S. and R. Kunin : Anal. Chem. 29 (1957), 400.

7) Sein, H.T., R.J. Morris and W. Frew : Anal. Chem. 29 (1957), 443.

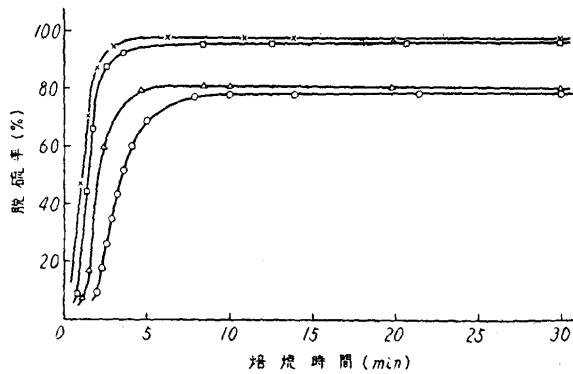
8) 原 正 : 日化, 3 (1957), 337.

9) 鞍馬寿雄, 石原義博, 小南文四郎, 石川利夫, 伊藤二郎 : 分析化学, 1 (1957), 3.



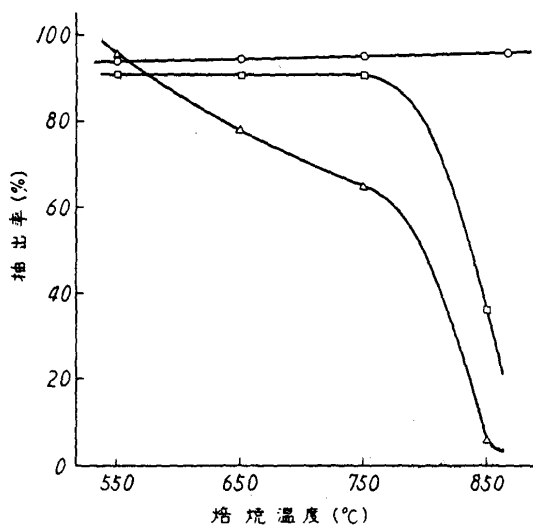
第1図 酸素加圧下の炭酸ソーダ溶液による抽出

— Na_2CO_3 100g/l
 - - Na_2CO_3 100g/l, NaHCO_3 20g/l
 ... Na_2CO_3 200g/l, NaHCO_3 20g/l



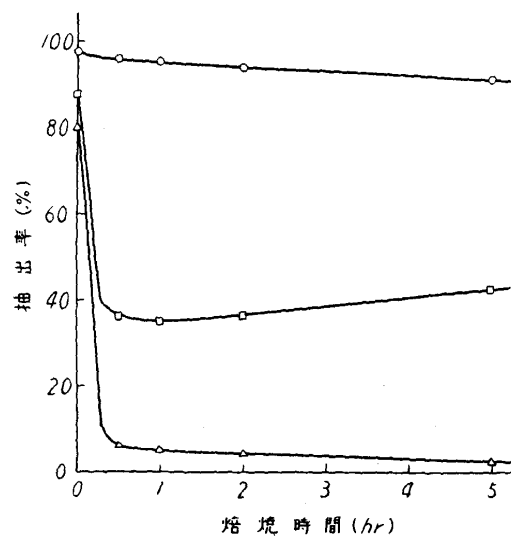
第2図 焙焼温度、時間と脱硫率との関係

× 850°C □ 750°C
 △ 650°C ○ 550°C



第3図 焙焼温度と抽出率との関係

○ U △ Fe □ Cu



第4図 焙焼時間と抽出率との関係

○ U △ Fe □ Cu

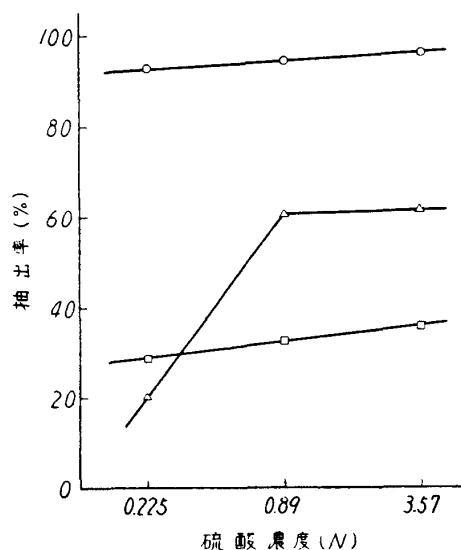
20時間で一定値の約30%に達し、以後増加する傾向は認められず、又重炭酸ソーダの添加及び炭酸ソーダの濃度の影響はわずかであり、鉄、銅についても20時間以後は殆ど変化しない。液中には Na_2SO_4 が4乃至5g/l, SiO_2 が0.3g/l, Feが0.1g/l程度溶解しているが、これらの値はいつでもForward等の場合³⁾と比較してウランの溶解に悪影響を及ぼすとは考えられない。松岩鉱山前田坑のウラン鉱は黄鉄鉱が閃ウラン鉱結晶の周囲をとりかこんだ構造を有し¹⁰⁾、本鉱石はそれが若干酸化したものと考えられている。鉱石を粉碎すれば硫化鉄の外部に出ている酸化された部分は欠けて脱落するが、中心部に残留している硫化鉄は比較的粉碎され難いものと想像され、ウランの抽出率を高めるためには硫化鉄を去除く化学反応が必要であつて、炭酸ソーダではたとえ酸化剤が存在してもこれを望む事は出来ず、此の方法は本鉱石には適当でないと考えられる。

B) 酸化焙焼後酸で抽出する方法

第2図は鉱石に過剰の空気を送り電気炉中で焙焼した際の脱硫率の関係を

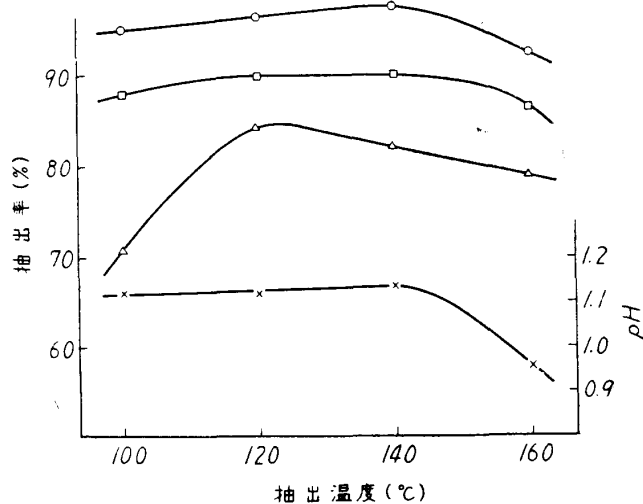
10) 和田正美, 真島 宏, 橋本敏雄, 小関精彦, 宮本信雄: 選研彙, 13 (1957), 131.

示すものであつて、850°C では約5分で全硫黄の98%、30分で99%が酸化除去され、650°C 以下ではかなりの硫黄が残留する。此の様にして各温度で夫々30分間焙焼した後、酸素を吹込みつゝ10%の硫酸で6時間抽出すれば第3図に示す様にウランの抽出率は焙焼温度に殆ど影響がなく95%であるが、鉄の抽出率は850°Cの焙焼で激減する。第4図は850°Cの焙焼を更に長時間継続した場合の抽出結果を示す。鉄の抽出率は5時間の焙焼で約3%にまで下るがウランの抽出率も下る傾向にあり、これはウランの珪酸塩或は亜鉄酸塩が長時間の焙焼の結果増加するためと考えられる。第5図は850°Cで30分間焙焼しこれを濃度の異なる硫酸で抽出した結果であつて、3.57N(約10%)より稀薄な酸ではウラン、鉄ともに抽出率が下る。



第5図 焙焼鉱の抽出に及ぼす硫酸濃度の影響

○ U △ Fe × 10 □ Cu



第6図 抽出温度と抽出率との関係

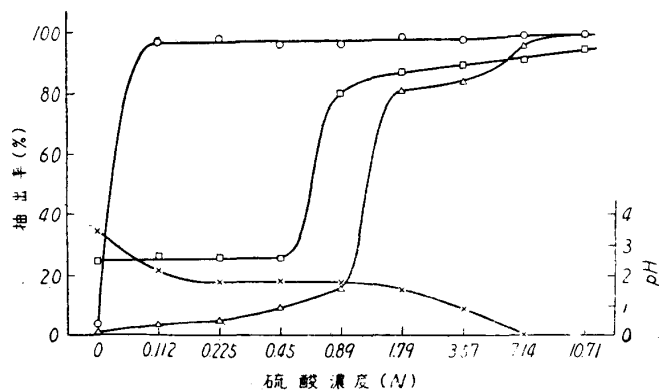
○ U △ Fe □ Cu × pH

以上の様に鉱石を一旦 850°C で焙焼することにより、ウランの抽出率を95%とし鉄の抽出率を4%程度に下げ得る事が明らかになった。

C) 酸による撰択的抽出

酸による抽出に於てウランを鉄より撰択的に抽出し得る可能性のある事についてはすでに触れたが、それに必要な液のpH、酸化力及び反応速度等の諸条件を求めるため、抽出するのに硫酸を用いオートクレーブ中で酸素加圧した場合、常圧で硫酸中に酸素を吹込んだ場合及び酸化力のある酸として硝酸のみを用いた場合につき種々の条件下で抽出を行つた。

第6図は 3.6N の硫酸を用いパルプ濃度25%でオートクレーブ中で酸素圧3気圧の下に攪拌しつゝ6時間抽出した結果であつて、差はわずかであるが 140°C に於けるウランの抽出率が最も高い。それ故次に140°Cで、酸の濃度を変えて抽出した結果が第7図であつて、1.79N以上ではウランの抽出率は97乃至99%と非常に高いが鉄の抽出率も高い。0.89N以下ではウランの抽出率は若干下つて96%

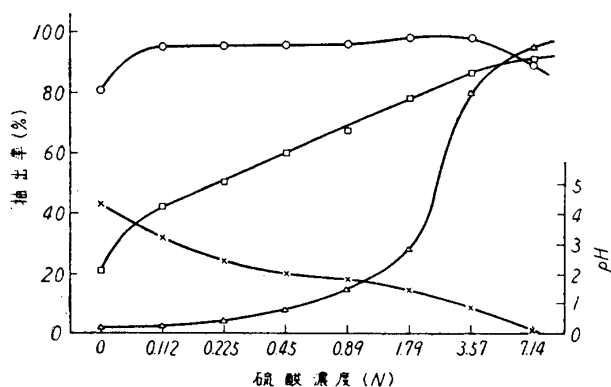


第7図 オートクレーブ抽出に於ける硫酸濃度の影響

○ U △ Fe □ Cu × pH

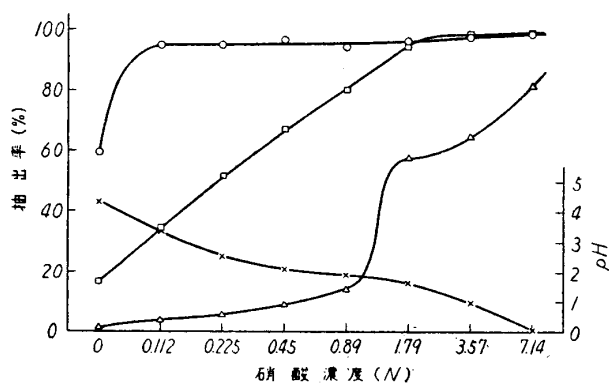
前後であるが、鉄の抽出率は激減して0.112 Nではわずか3%程度である。図示した pH は抽出後の液について測定したものであるが、pH 1.5乃至1.7の間で鉄の抽出率が大きく変化する。又銅の抽出率は0.45 N以下では約25%で殆ど一定であるが、それ以上の濃度では激増している。硫酸の濃度零、即水を用いた場合は、ウランの抽出率は3.94%にすぎない。

第8図及び第9図は夫々硫酸に酸素を吹込みつゝ抽出した場合及び硝酸のみで抽出した場合の結果であつて、銅を除けば第7図とよく似た傾向が認められる。此处で注目される点は、オートグレーブを用いた場合は第7図に示す如く水によるウランの抽出率はわずか3.94%であるが、水に酸素を吹込んだ場合は第8図に示す如く80.23%、酸素を用いない場合は第9図の如く59.97%のウランが抽出される。但しこれらの実験では非常に激しく攪拌しつゝ抽出するので、後者の場



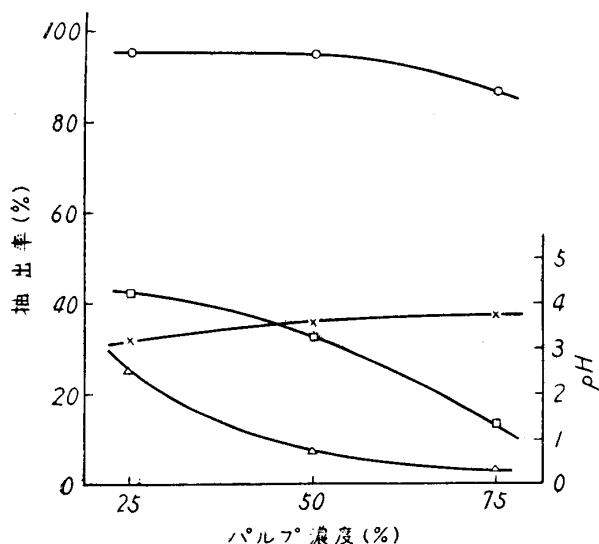
第8図 硫酸抽出（常圧）に於ける酸濃度の影響

○ U △ Fe □ Cu × pH



第9図 硝酸抽出に於ける酸濃度の影響

○ U △ Fe □ Cu × pH



第10図 パルプ濃度の影響

○ U △ Fe × 10 □ Cu × pH

第4表 パルプ濃度と抽出液濃度との関係

パルプ濃度 (%)	抽出液濃度 (g/l)		
	U	Fe	Cu
25	0.26	1.44	1.36
50	0.78	1.26	3.11
75	2.17	1.72	3.89

合酸素を特に吹込まなくとも空気中の酸素の作用は当然考えなければならない。

以上の実験から此の鉱石を処理するには加圧抽出の如き煩雑な方法を採用する必要はなく、稀薄な硫酸に酸素を吹込むか稀硝酸のみで95%以上のウランが抽出出来、一方鉄の抽出率を低くし得る事が明らかになつた。いづれもパルプ濃度25%の場合であるが、第10図に第8図で示した0.112 Nの場合に於けるパ

ルプ濃度の影響を示し、第4表には夫々の場合に得られる抽出液中の各成分の濃度を示した。これによつて明らかな様に、原鉱中に鉄がウランの約200倍存在しても、抽出行程に於てウランと鉄をほぼ同程度に含む抽出液を得る事が出来る。

以上の実験で主要と考えられる反応の考察には pH ポテンシャル等の概念を導入する必要がある

るが、ウランについては従来発表された数値もないようであり、又鉱石の抽出反応の如く複雑な因子が多数関連する場合はどうてい厳密な取扱は不可能である。それ故単に關係すると考えられる反応の $-\Delta F^\circ_{298}$ を求めて比較する事にした。次にその値を大きい順に示した。

- a) $6\text{UO}_3 + 16\text{H}^+ + \text{O}_2 = 6\text{UO}_2^{++} + 8\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots \Delta F^\circ_{298} = -175,700 \text{ cal.}$
 b) $4/3\text{Fe}^{+++} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4/3\text{Fe}(\text{OH})_3 \dots\dots\dots -105,200$
 c) $\text{UO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = \text{UO}_2^{++} + 2\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots -96,000$
 d) $2\text{Cu}^{++} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \dots\dots\dots -89,400$
 e) $1/2\text{FeS} + \text{O}_2 = 1/2\text{Fe}^{++} + 1/2\text{SO}_4^{--} \dots\dots\dots -86,500$
 f) $4/9\text{FeS} + 2/9\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 4/9\text{Fe}^{+++} + 2/3\text{SO}_4^{--} + 2/9\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots -81,600$
 g) $4/3\text{Fe}^{++} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4/3\text{Fe}(\text{OH})_3 \dots\dots\dots -81,500$
 h) $2/7\text{FeS}_2 + 2/7\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2/7\text{Fe}^{++} + 2/7\text{SO}_4^{--} + 2/7\text{H}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots -79,200$
 i) $2\text{Fe}^{++} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = \text{Fe}(\text{OH})_2 \dots\dots\dots -77,600$
 j) $4/15\text{FeS}_2 + 2/15\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4/15\text{Fe}^{+++} + 2/5\text{SO}_4^{--} + 2/15\text{H}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots -77,100$
 k) $1/2\text{CuS} + \text{O}_2 = 1/2\text{Cu}^{++} + 1/2\text{SO}_4^{--} \dots\dots\dots -74,400$
 l) $2/5\text{Cu}_2\text{S} + 2/5\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 4/5\text{Cu}^{++} + 4/5\text{SO}_4^{--} + 2/5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots -72,300$
 m) $2\text{UO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{UO}_3 \dots\dots\dots -58,000$
 n) $4\text{Fe}^{++} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = 4\text{Fe}^{+++} + 2\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots -44,200$

これによつて明らかな様にウランの酸化物は酸素の存在の下では硫化鉄や硫化銅より酸には溶け易い傾向を有する。無論この事だけによつてウランの撰択的抽出が可能とはどうてい考えられないが、鉄は e, f, h 及び j の如く一旦溶解しても液の pH 及び酸化力が適当であれば b の如き反応による再沈澱が起り、それによつてウランの抽出が撰択的となるものと考えられる。0.89N 以下の濃度の酸を用いた際、実験後容器の内壁に水酸化鉄の附着が認められ、鉄の抽出率がこれ以上の濃度の酸の場合より極端に減少しているのは此の理由によるものと考えられる。銅についても同様に考えられるわけであるが、オートクレーブを用いた場合を除き鉄の様な著しい傾向は認められない。銅の抽出率は最低約25%でかなり高いのは、d 反応が更に高い pH を必要とするためと考えられる。

水に酸素を吹込む事により常圧で約80%のウランが抽出出来たが、これは h 又は j によつて生成する硫酸の作用と考えられる。第5表には上に述べた諸反応の中硫酸の消費生成に直接関係の

第5表 主要反応の硫核精算

反 応 式	H_2SO_4 (g/kg ore)	$\Sigma \text{H}_2\text{SO}_4$ (g/kg ore)	N reqd. (N)
$\text{U}_3\text{O}_8 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 1/2\text{O}_2 = 3\text{UO}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	- 0.33	- 0.33	0.0023
$4\text{FeS}^*) + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 9\text{O}_2 = 4\text{Fe}^{++} + 6\text{SO}_4^{--} + 2\text{H}_2\text{O}$	- 7.31	- 7.65	0.052
$4\text{FeS}_2^{**}) + 2\text{H}_2\text{O} + 15\text{O}_2 = 4\text{Fe}^{+++} + 6\text{SO}_4^{--} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	+ 23.36	+ 15.71	-0.107
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	-526.81	-511.15	3.476
$\text{Fe}_2\text{O}_3^{***}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	-353.46	-864.56	5.881

*) CuFeS_2 として含まれるものを考える。

**) FeAsS として含まれるものを加える。

***),) 及び **) の量は第1表から計算で求めた。

あるものにつき、鉱石 100 グラムに対する硫酸の消費量及び生成量を反応の起り易い順に並べた。これによつてわかる様に、a, c, 及び f 反応に充分な量の硫酸が j によつて生成する。それ故酸

化力が充分であつて j 反応が可能な条件ならば特に酸を加える事なくウランの抽出が可能となるのである。又パルプ濃度 25% の場合に必要とする酸濃度を N で示したが、これから 0.1 N 程度の稀硝酸で抽出する場合ウランは硝酸ウラニルの形で抽出されるものと推測出来る。常圧の場合は水で約 80% のウランが抽出されたが、オートクレーブの場合はわずか 4% 弱に過ぎない。しかも pH は常圧の場合の方が高く一見不合理とも見られるが、これはオートクレーブの場合は器壁に附着する水酸化鉄が極めて強固であつて常圧の場合と著しく性質が異なるところから、b 反応による鉄の再沈澱が酸化力、反応速度等の差異により互に異つた機構の下に進行し、オートクレーブではウランが水酸化鉄と共沈するためと考えられる。以上の実験はすべて第 1 表に示した粒度分布を有する試料について行つたものであるが、これを更に -200 mesh になるまで粉碎して以上と同様の実験を行つたところ殆ど差異は認められなかつた。従つて第 1 表程度以上に粉碎する必要はないようである。

5. 総 括

宮城県松岩鉱山隆盛坑産の含ウラン鉱に対し炭酸アルカリ抽出、炭酸アルカリ加圧抽出、酸化焙焼—硫酸抽出及び酸による抽出等の各方法を試みた。その結果炭酸アルカリを用いる方法は此の鉱石には全く不適當であり、適当に焙焼して酸で抽出してもよいが、最も良い方法は稀薄な硫酸に酸素を吹込むか或は酸化力のある稀薄な酸で直接抽出する方法である事が明らかになつた。即約 0.1 N の硫酸に常圧で酸素を吹込みつゝ抽出するか、或は約 0.1 N の硝酸で抽出する事によりウラン及び鉄の抽出率を夫々 96% 及び 2.5% 乃至 0.3% にし得た。又酸素を併用すれば水でも常圧でウランの約 80% を抽出する事が出来た。

本研究遂行に当り御援助を賜つた当所小野健二所長、試料を恵与された新磐井鉱業株式会社に深謝する。又終始熱心に実験に従事した佐々木良夫君の労を多とする。

尚本研究は昭和32年度文部省科学研究費（機関研究）の補助によつたものである。